

66476-024-5

0300  
0500  
#4  
3-29-01  
DPS

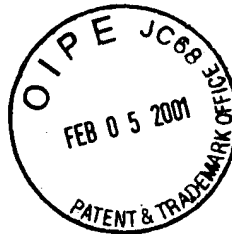
**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of:

Jong W. PARK et al.

Serial No.: 09/742,302

Filed: December 22, 2000



PATENT

ART UNIT

Examiner:

**EX-VESSEL CORE MELT RETENTION  
DEVICE PREVENTING MOLTEN CORE ...**

**FOREIGN PRIORITY CLAIM**

February 5, 2001

Assistant Director for Patents  
Washington, D.C. 20231

SIRS:

Foreign priority is hereby claimed for this application based on Korean Patent Application No. 1999-63392, filed December 28, 1999, a certified copy of which is herewith enclosed in accordance with 35 U.S.C. 119.

Respectfully submitted,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Lawrence R. Radanovic".

Lawrence R. Radanovic, Reg. No. 23,077

Attorney for Applicants

DYKEMA GOSSETT PLLC  
THIRD FLOOR WEST  
1300 I STREET, N. W.  
Washington, D.C. 20005  
(202) 522-8624

ID31217



# 대한민국 특허청

KOREAN INDUSTRIAL  
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Industrial  
Property Office.

출원번호 : 특허출원 1999년 제 63392 호  
Application Number

출원년월일 : 1999년 12월 28일  
Date of Application

출원인 : 한국전력공사  
Applicant(s)

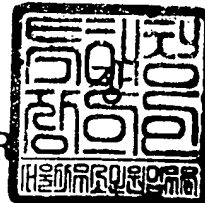
**CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT**



2000 년 07 월 20 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	1999.12.28
【발명의 명칭】	노심용융물 -콘크리트 반응 저지를 위한 노심용융물 노외 유지 장치
【발명의 영문명칭】	An Ex-Vessel Core Melt Retention Device Preventing Molten Core Concrete Interaction
【출원인】	
【명칭】	한국전력공사
【출원인코드】	2-1999-900138-5
【대리인】	
【성명】	이화익
【대리인코드】	9-1998-000417-9
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박종운
【성명의 영문표기】	PARK, Jong Woon
【주민등록번호】	641117-1041825
【우편번호】	305-380
【주소】	대전광역시 유성구 문지동 103-16
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	오승중
【성명의 영문표기】	OH, Seung Jong
【주소】	대전시 유성구 문지동 103-16
【국적】	US
【발명자】	
【성명의 국문표기】	티이 .지이.데오파노스
【성명의 영문표기】	THEOFANOUS, T.G.
【주소】	857 Sea Ranch Drive, Santa Barbara, CA93109, U.S.A
【국적】	US
【심사청구】	청구

## 【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 이화익 (인)

## 【수수료】

## 【기본출원료】

13 면 29,000 원

## 【가산출원료】

0 면 0 원

## 【우선권주장료】

0 건 0 원

## 【심사청구료】

3 항 205,000 원

## 【합계】

234,000 원

## 【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)\_1통 2. 위임장\_1통

## 【요약서】

## 【요약】

본 발명은 원자력발전소의 원자로 안전 설계 및 위험도 관리와 관련되는 것으로 특히 원자로 연료에 대한 냉각기능의 계속된 손실에 의한 매우 심각한 사고에 대응하기 위한 노심용융물-콘크리트 반응 저지를 위한 노심용융물 노외유지 장치에 관한 것이다.

동력용 원자로에 존재하는 많은 핵연료와 핵분열 연쇄반응이 정지한 이후 장기간 핵연료 질량 내에서 잠재적이고 계속적으로 발생하는 붕괴열로 인해 결국 섭씨 2500 도 정도에서 핵연료는 용융되고 용융물은 주변 구조물과 원자로용기를 공격하여 파손하고 결국 격납건물 바닥을 침식하게 된다. 이러한 상황은 반응이 감쇄되지 않으면 원자로캐비티 바닥을 통하거나 비응축 기체의 축적에 의한 격납건물 구조에 대한 가압으로 방사성물질의 환경 방출을 일으킬 수 있다.

본 발명은 원자력발전소의 설계기준으로 고려된 사고를 초과하는 불 측의 사고에 의한 위험을 완화하기 위하여 설치되는 노심용융물-콘크리트 반응 완화를 위한 노심용융물 노외유지 장치로서, 원자로캐비티 바닥(200)의 꺾이기 경계면을 구성하며, 바닥으로 냉각수가 유입되도록 아래쪽 반에 적정한 밀도의 냉각수 유입구멍 A(111)가 형성된 수평재킷배관(110)과; 상기 수평재킷배관(110)의 양쪽에 상호 연통되도록 기러기 꼬리와 같은 형태로 연결된 수직배출배관(130)과; 상기 수평재킷배관(110)의 하부에는 바닥 전면적으로부터 냉각수가 유입될 수 있도록 하는 냉각수 공급부를 구비함을 특징으로 하는 것이다.

## 【대표도】

도 1

**【명세서】****【발명의 명칭】**

노심용융물-콘크리트 반응 저지를 위한 노심용융물 노외유지 장치{An Ex-Vessel Core Melt Retention Device Preventing Molten Core Concrete Interaction}

**【도면의 간단한 설명】**

도 1은 본 발명에 따른 기러기 꼬리 형태의 배관 연결부 구성도.

도 2는 본 발명에 따른 일실시예로서 유로 공급계통 방법을 도시한 단면도.

도 3은 본 발명에 따른 다른 실시예로서 공급 배관계통 방법을 도시한 단면도임.

\*도면의 주요부분에 대한 부호의 설명\*

110: 수평재킷배관    111: 냉각수 유입구멍 A

120: 수평공급배관    121: 냉각수 유입구멍 B

130: 수직배출배관    200: 원자로 캐비티 바닥

210: 원자로캐비티 벽    220: 수평냉각수 채널

230: 도포 콘크리트

**【발명의 상세한 설명】****【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<10>        본 발명은 원자력발전소에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 격납건물 보호와 관

런되는 것으로서 원자력발전소의 설계기준으로 고려된 사고를 초과하여 노심이 용융되는 중대사고가 발생하는 경우 궁극적으로 모든 조치가 실패하여 원자로용기가 파손되어 용융물이 방출되는 상황에서도 방출되는 핵연료 용융물을 냉각할 수 있도록 한 노심용융물-콘크리트 반응 저지를 위한 노심용융물 노외유지 장치에 관한 것이다.

<11> 원자력발전소의 설계기준으로 고려된 사고를 초과하여 노심이 용융되는 중대사고가 발생하는 경우 특별한 다른 조치를 취할 수 없으면 용융된 노심은 원자로용기 바닥으로 이동하여 원자로용기 하부헤드를 용융 파손시키게 되며, 이 때 방사성 물질인 용융된 노심이 격납건물로 방출된다. 방출된 용융물은 자체내에서 계속적으로 발생하는 붕괴열로 결국 격납건물 바닥을 침식하게 된다.

<12> 이러한 상황은 원자력발전소에 남아있는 주된 위험도를 반영하며 따라서 이러한 반응이 감쇄되지 않으면 원자로캐비티 바닥을 통하거나 비응축 기체의 축적에 의한 격납건물 구조에 대한 가압으로 방사성물질의 환경 방출을 일으킬 수 있다.

<13> 이러한 두 가지 위험 요소는 용융물에 의한 공격과 콘크리트 바닥의 해리에 기인한다.

<14> 본 발명은 용융물의 전개와 이동 경로의 변동에 관계없이 용융물에 의한 원자로용기 바닥(150)의 관통이 불가능한 높은 신뢰도를 가진 경계(100)를 설치하여 용융물을 냉각하고 격납건물 내에 유지할 수 있는 방안에 관한 것이다.

<15> 종래 관련 해당분야 연구개발의 주된 목표는 이러한 용융물 공격을 차단할 수 있는 튼튼한 방벽의 설계로 용융물의 전개를 막기 위한 것이었다. 다양한 종류의 개념이 고려된 바 있다. 이에는 재료(희생층)에 의한 것, 장치에 의한 것(상부를 향한 배관의 배

열로 용융물에 의해 배관 상부 용융시 냉각수의 방출에 의한 냉각), 어떤 메카니즘에 의한 것(자연 냉각, 연료 용융물층의 궁극적인 고화, 용융물 상부에 대한 충수)들이 있다.

<16> 그러나 이러한 방법은 어떤 것도 요구되는 고신뢰도 수준에서 효용성이 밝혀지지 않았으며 적용하는데 실제적이지 않다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<17> 이와 같은 문제점을 해소하기 위하여 안출된 본 발명에서는 원자력발전소의 가상적이고, 매우 심각한 사고의 하나인 노심 용융사고에서 궁극적으로 원자로용기가 용융 파손되는 경우 용융물의 전개와 이동 경로의 변동에 관계없이 높은 신뢰도를 가지고 용융물에 의한 관통이 불가능하도록 하는 노심용융물-콘크리트 반응 저지를 위한 노심용융물 노외유지 장치를 제공하는 데 있다.

#### 【발명의 구성 및 작용】

<18> 상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명에서는 원자력발전소의 설계기준으로 고려된 사고를 초과하는 불측의 사고에 의한 위험을 완화하기 위하여 설치되는 노심용융물-콘크리트 반응 완화를 위한 노심용융물 노외유지 장치로서, 원자로 캐비티바닥(200)의 꺾이기 경계면을 구성하며, 바닥으로 냉각수가 유입되도록 아래쪽 반에 적정한 밀도의 냉각수 유입구멍A(111)가 형성된 수평재킷배관(110)과; 상기 수평재킷배관(110)의 양쪽에 상호 연통 되도록 기러기 꼬리와 같은 형태로 연결된 수직배출배관(130)과; 상



기 수평재킷배관(110)의 하부에는 바닥 전면적으로부터 냉각수가 유입될 수 있도록 하는 냉각수 공급부를 구비한 것으로서 노외 유지 장치에 의해 경계면을 구성하며 이는 원자로가 설치된 원자로캐비티에 위치하도록 하는 것을 특징으로 한다.

<19>      상기 냉각수 공급부는 수평재킷배관(110)과는 수직방향으로 수평재킷배관(110)이 설치되는 원자로캐비티 바닥(200)에 홈을 길게 파는 수평냉각수채널(220)이 형성되도록 하거나, 냉각수 유입구멍B(121)가 모든 방향 및 위치에 대해 뚫려져 있고, 상기 수평재킷배관(110) 밑에 수직으로 배열되는 수평공급배관(120)을 형성하여 구성됨을 특징으로 하는 것이다.

<20>      이하 본 발명을 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

<21>      도 1은 본 발명의 실시상태를 도시한 부분 단면도로서 원자로캐비티 바닥(200)의 접德基 경계면에 설치 구성하는 수평재킷배관(110)은 약간 상부로 굽어지고 도 1에 나타낸 바와 같이 양쪽에서는 기러기 꼬리와 같이 수직 배출 배관(130)과 연결된다. 이러한 설계에 정밀도는 요구되지 않으며 필요한 것은 수평배관의 유체가 수직배출배관을 통해 배출이 가능해야 하는 것이다.

<22>      따라서 도 1에 나타낸 바와 같이 원자로 캐비티 벽에서의 단순 연결이면 충분하다.

<23>      수평재킷배관(110)은 원자로캐비티 바닥(200)의 좁은 방향으로 향하게 배치되고 배관 바닥의 아래쪽 반에는 적절한 밀도로 냉각수 유입구멍 A(111)를 뚫어 놓는다. 이러한 설계는 배관의 바닥으로 냉각수가 유입될 수 있게 하며 냉각수의 비등으로 발생하는 증기는 수직배출배관(130)을 통해 배출될 수 있다. 이 때 냉각수의 비등으로 증력에 의한 피동 냉각수 순환이 가능하다. 이를 위해 필요한 것은 수평재킷배관(110)의 곡률이다.

수평재킷배관(110)의 곡률반경은 약 20 m 정도이면 충분하다. 이러한 경우

수평재킷배관(110)의 중앙과 원자로캐비티 벽(210) 쪽에서의 높이 차이는 약 20 cm 정도가 된다.

<24> 전 면적에 걸쳐 수평재킷배관(110)의 바닥으로부터 냉각수가 유입될 수 있도록 하는 방법으로서 본 발명에서는 두 가지를 제시한다.

<25> 도 2는 본 발명에 따른 일 실시예인 유로 공급계통 방법을 도시한 단면도로서 수평재킷배관(110)과는 수직방향으로 수평재킷배관(110)이 설치되는 원자로캐비티 바닥(200)에 홈을 길게 판 수평냉각수채널(220)이다.

<26> 상기 수평재킷배관(110)의 하측에는 다수의 냉각수 유입구멍A(111)가 천공되어 있다.

<27> 도 3은 본 발명에 따른 다른 실시예인 공급 배관계통 방법을 도시한 단면도로서 도시된 바와 같이 모든 방향 및 위치에 대해 냉각수 유입 구멍B(121)가 뚫려진 수평공급배관(120)을 수평재킷배관(110)과 수직으로 밀에 배열하는 것이다.

<28> 이러한 수평공급배관(120)은 원자로 캐비티 바닥(200)의 길이 방향으로 설치된다.

<29> 상기 도 2와 도 3에 제시된 본 발명의 실시예 두 가지 방법에서 수평재킷배관(110)의 곡률은 원자로 캐비티 바닥(200)을 적절한 모양으로 만들어 달성이 가능하다.

<30> 원자로 캐비티 벽(210)의 수직 배출 배관(130)에는 냉각수 유입을 위한 구멍이 반드시 필요하지는 않다.

<31> 수평재킷배관(110)과 수직배출배관(130)의 직경과 두께는 융통성이 있다. 바람직한 수치는 배관직경이 1-2 인치 정도이고, 두께는 0.5 인치 정도이다.

<32> 수평재킷배관(110) 위에는 얇은 도포 콘크리트(230)를 이용하여 용융물에 의한

직접적인 침식이나 침수된 냉각수와 핵연료의 반응 하중에 의한 파손을 막도록 할 수 있다.

<33> 그리고 이러한 하중은 냉각수의 깊이를 50cm 이하로 유지함으로써 최소화 할 수 있으며 용융물이 원자로용기에서 방출된 이후에 냉각수를 원자로캐비티 바닥(200)에 주입하여 제거할 수 있다.

<34> 노심용융 사고 후 방출된 핵연료 용융물에 대한 냉각성은 다음과 같은 본 발명에 따른 장치의 설계 기준에 의해 달성된다.

<35> 기준 1 : 원자로용기에서 방출되는 모든 용융물 파편을 가둔다.

<36> 기준 2 : 용융물의 이동 및 정상상태에서 용융물 파편에서 발생하는 열에 저항한다

<37> 기준 3 : 잠재적이고 강한 에너지를 갖는 핵연료-냉각수간의 상호반응 작용에 의한 구조적 하중을 견디어야 함.

<38> 이러한 설계기준은 다음과 같은 설계지침으로 각각 반영된다.

<39> 설계지침 1 : 본 발명에 따른 장치는 방출되는 용융물을 효과적으로 가두기 위해 용융물의 탈출을 일으킬 수 있는 메카니즘을 고려하여 모든 원자로캐비티 유로에 대해 적용되어야 함.

<40> 설계지침 2 : 완전히 냉각수에 의해 잠기게되는 경우 용융물의 핵분열 생성물에 의한 발생열의 집중현상이 제거되며 단 하나의 일반적인 지침은 면적 대비 체적의 비율을 최대화하는 것이며 계속에서 냉각수가 바닥으로부터 올라올 수 있어야 하고 발생하는 기포가 적절히 상승하여 경계면의 모든 부위에서 열이 제거될 수 있도록 표면 경사가 있어

야 함.

<41> 설계지침 3 : 단순성과 구조설계의 용이성으로 발생 증기 배출에 따른 하중을 최소화하도록 냉각수의 깊이가 최소화되어야 함.

<42> 본 발명은 따라서 원자로캐비티 바닥(200)을 완전 덧씌워 원자로캐비티 바닥(200)에 대한 보호막역할을 하는 수평재킷배관(110)과 1내지 3 m의 수직배출배관(130)으로 구성된다. 이러한 구조는 서로 인접하여 배치된 강철배관으로 만들어지며 냉각수가 유입될 수 있는 인접 배관 서로 간에 냉각수가 이동할 수 있는 작은 냉각수 유입 구멍들(111)이 있다.

<43> 따라서 용융물의 핵분열 생성물에 의한 발생열은 이러한 수평재킷배관(110) 상부에 제공되는 냉각수의 비등에 의해 제거되며 용융물로부터의 열부하가 비등에 의한 열 제거율 보다 작을 경우 용융물은 고화되어 수평재킷배관(110)과 수직배출배관(130)은 용융물의 고온으로부터 보호된다.

<44> 이러한 냉각성은 전기출력으로 1600 MW 원자로까지 증명이 가능하다.

#### 【발명의 효과】

<45> 이와 같은 본 발명은 노심이 용융되어 원자로용기의 과열 파손을 일으키는 상황에서 수도 용융물의 전개와 이동 경로에 대한 변동에 관계없이 높은 신뢰도를 가지고 용융물에 의한 관통불가 경계를 설치하여 용융물을 냉각하고 격납건물 내에 유지하여 방사성 물질의 격납건물 밖으로의 방출을 저지할 수 있는 설계 방안이다.

<46>      본 방안은 기존 개념에 비해 제작 및 설치방법이 단순한 피동적인 방안이며 원자력 발전소의 종류나 출력의 크기에 무관하게 용이하게 설치할 수 있는 장점이 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

원자로발전소의 설계기준으로 고려된 사고를 초과하는 불측의 사고에 의한 위험을 완화하기 위하여 설치되는 노심용융물-콘크리트 반응 완화를 위한 노심용융물 노외유지 장치로서,

원자로캐비티 바닥(200)의 꺾이기 경계면을 구성하며, 바닥으로 냉각수가 유입되도록 아래쪽 반에 적정한 밀도의 냉각수 유입구멍 A(111)가 형성된 수평재킷배관(110)과;

상기 수평재킷배관(110)의 양쪽에 상호 연통 되도록 기러기 꼬리와 같은 형태로 연결된 수직배출배관(130)과;

상기 수평재킷배관(110)의 하부에는 바닥 전면적으로부터 냉각수가 유입될 수 있도록 하는 냉각수 공급부를 구비함을 특징으로 하는 노심용융물-콘크리트 반응 저지를 위한 노심용융물 노외유지 장치.

**【청구항 2】**

제 1 항에 있어서,

상기 냉각수 공급부는

수평재킷배관(110)과는 수직방향으로 수평재킷배관(110)이 설치되는 원자로캐비티 바닥(200)에 홈을 길게 파는 수평냉각수채널(220)이 형성됨을 특징으로 하는 노심용융물-콘크리트 반응 저지를 위한 노심용융물 노외유지 장치.

【청구항 3】

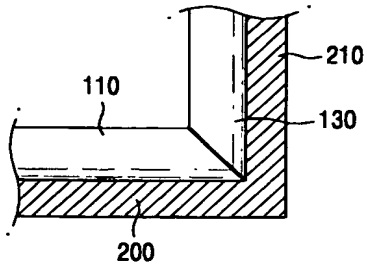
제 1 항에 있어서,

상기 냉각수 공급부는

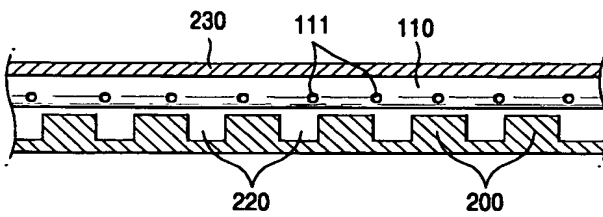
냉각수 유입구멍B(121)가 모든 방향 및 위치에 대해 뚫려져 있고, 수평재킷배관  
(110) 밑에 수직으로 배열되는 수평공급배관(120)을 형성하여 구성됨을 특징으로 하는  
노심용융물-콘크리트 반응 저지를 위한 노심용융물 노외유지 장치.

## 【도면】

【도 1】



【도 2】



【도 3】

